

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: November 21, 2002

Application Number: Patent Application No. 2002-337834
[ST.10/C]: [JP2002-337834]

Applicant(s): HONDA MOTOR CO., LTD.

October 15, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office

Yasuo Imai

Certificate No. 2003-3084827

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日
Date of Application:

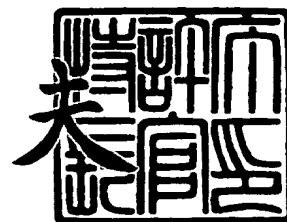
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 7 8 3 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 7 8 3 4]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102179101

【提出日】 平成14年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B01D 53/34

【発明の名称】 リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 堂坂 健児

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 寺田 一秀

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 中西 義幸

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 林 直義

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 三木 雅信

【特許出願人】

【識別番号】 000005326
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社
【代表者】 吉野 浩行

【代理人】

【識別番号】 100071870
【弁理士】
【氏名又は名称】 落合 健

【選任した代理人】

【識別番号】 100097618
【弁理士】
【氏名又は名称】 仁木 一明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003001
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リーンバーンエンジン等から排出された、粒子状物質を含む排気ガス中にてプラズマを発生させることにより複数の二酸化窒素および複数のオゾンを生成させ、それら二酸化窒素およびオゾンにより前記粒子状物質を酸化させることを特徴とする、リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法。

【請求項 2】 リーンバーンエンジン等から排出された、粒子状物質を含む排気ガス中にてプラズマを発生させることにより複数の二酸化窒素および複数のオゾンを生成させ、それら二酸化窒素およびオゾンにより前記粒子状物質を酸化させ、次いでそれら二酸化窒素およびオゾンと前記粒子状物質とを触媒の存在下で反応させて前記粒子状物質を酸化させることを特徴とする、リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法。

【請求項 3】 前記触媒は、P t, P d, R h, C u, A g および A u から選択される少なくとも一種である、請求項 2 記載のリーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法。

【請求項 4】 プラズマ発生条件において、電界の強さ E を $E \geq 3.0 \text{ kV/mm}$ に設定し、また電力密度 D w を $D w \geq 1 \text{ W/cm}^3$ に設定する、請求項 1, 2 または 3 記載のリーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法。

【請求項 5】 相対向する両電極（1 4₁, 1 4₂ ; 1 4₂, 1 4₃ ; 1 4₃, 1 4₄ ; 1 4₄, 1 4₅ ; 1 4₅, 1 4₆）の少なくとも一方（1 4₂ ~ 1 4₆）において、他方の前記電極（1 4₁ ~ 1 4₅）との対向面が誘電体（1 6）によって覆われている、請求項 1, 2, 3 または 4 記載のリーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法に関する。

【0 0 0 2】

この種の粒子状物質は、炭素系固形分（s o o t）と、それを覆う有機溶剤可溶分（S O F : Soluble Organic Fraction）とよりなる二重構造を有することが知られている。

【0 0 0 3】**【従来の技術】**

従来、例えばディーゼルエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質を低減する方法としては、セラミックフィルタ（ディーゼル微粒子フィルタ）を排気管内に設置してそのフィルタに粒子状物質を捕集させ、その粒子樹物質の捕集量が所定値になったとき、エンジン制御等により排気ガス温度を上昇させて粒子状物質を燃焼させる、といった方法が知られている。

【0 0 0 4】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら従来法によると、セラミックフィルタによって排気抵抗が大となるためエンジン出力を十分に生かせなくなり、また排気ガス温度を上昇させるためのエンジン制御が煩雑であり、その上、粒子状物質の燃焼中にフィルタ温度が 1 0 0 0 ℃を超えることもあってセラミックフィルタの損傷を招く、といった問題があった。

【0 0 0 5】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、粒子状物質を酸化により連続的に浄化して大幅に低減することが可能であると共に排気抵抗の上昇を低く抑え得る前記粒子状物質の低減方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 6】

前記目的を達成するため本発明によれば、リーンバーンエンジン等から排出された、粒子状物質を含む排気ガス中にてプラズマを発生させることにより複数の

二酸化窒素および複数のオゾンを生成させ、それら二酸化窒素およびオゾンにより前記粒子状物質を酸化させる、リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法が提供される。

【0007】

排気ガス中にてプラズマを発生させると、放出電子と酸素分子との衝突による酸素原子励起種の生成→酸素原子励起種と酸素分子との反応によるオゾンの生成→オゾンと一酸化窒素（NO）との反応による二酸化窒素（NO₂）の生成、が現出する。この二酸化窒素およびオゾンの生成は排気ガス温度に依存することなく行われる。そして、粒子状物質PMは、 $PM + NO_2 + O_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$ といった反応に基づき酸化され浄化される。この粒子状物質の酸化による浄化は連続的に、しかも比較的低温にて行われる。

【0008】

またプラズマ発生装置はフィルタに比べれば通気性が良いので、そのプラズマ発生装置を排気管内に組込んでも、排気抵抗の上昇は低く抑えられ、したがってエンジン出力に影響を与えるようなことはない。

【0009】

また本発明によれば、リーンバーンエンジン等から排出された、粒子状物質を含む排気ガス中にてプラズマを発生させることにより複数の二酸化窒素および複数のオゾンを生成させ、それら二酸化窒素およびオゾンにより前記粒子状物質を酸化させ、次いでそれら二酸化窒素およびオゾンと前記粒子状物質とを触媒の存在下で反応させて前記粒子状物質を酸化させる、リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質の低減方法が提供される。

【0010】

前記のように触媒を併用すると、前記反応、つまり $PM + NO_2 + O_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$ といった反応を促進して粒子状物質の低減率を大いに高めることができる。

【0011】

前記触媒としては、Pt, Pd, Rh, Cu, Ag および Au から選択される少なくとも一種が用いられる。

【0012】

プラズマ発生条件において、電界の強さ E を $E \geq 3.0 \text{ kV/mm}$ に設定し、また電力密度 Dw を $Dw \geq 1 \text{ W/cm}^3$ に設定すると、プラズマ中における高エネルギーの放出電子の存在量が増大するため二酸化窒素およびオゾンの生成が効率良く行われ、これにより粒子状物質の酸化による浄化を高めることが可能である。ただし、 $E \geq 3.0 \text{ kV/mm}$ および $Dw \geq 1 \text{ W/cm}^3$ の少なくとも一方の要件が欠如すると、前記効果を得ることはできない。

【0013】

さらに、プラズマ発生装置の相対向する両電極の少なくとも一方において、他方の電極との対向面を誘電体により覆うと、電圧印加時に誘電体の表面全体が一様に荷電されるため、誘電体およびそれと対向する他方の電極間の空間全体がプラズマ空間となり、これにより粒子状物質と二酸化窒素およびオゾンとの邂逅頻度を高めて、粒子状物質の酸化による浄化を高めることが可能である。両電極の相対向する両面をそれぞれ誘電体により覆った場合には、インピーダンスの増加に伴い印加電圧の増大を招くが、プラズマ発生条件を前記のように設定することによって、片面のときと同等の浄化性能を得ることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1に示す粒子状物質低減テスト用設備1において、粒子状物質を含む排気ガスの発生源として市販のディーゼル発電機2が選定され、そのディーゼル発電機2の排気管3に第1流量調節弁4₁が装置される。排気管3において、ディーゼル発電機2と第1流量調節弁4₁との間に導管5の一端が接続され、その導管5に排気管3側から順次、第2流量調節弁4₂、ヒータ6、プラズマ発生装置PG、触媒反応器CRおよび流量計8が装置される。導管5の他端は大気に開放されている。

【0015】

導管5において、ヒータ6とプラズマ発生装置PGとの間に第1分岐管9₁の一端が接続され、その他端は吸引ポンプ12の吸引口に接続される。その第1分岐管9₁には導管5側より順次第1開閉弁10₁およびフィルタ13が装置され

ている。また導管 5 において、プラズマ発生装置 P G と触媒反応器 C R との間に第 2 分岐管 9₂ の一端が接続され、その他端は第 1 分岐管 9₁ において第 1 開閉弁 10₁ とフィルタ 13 との間に接続される。第 2 分岐管 9₂ には第 2 開閉弁 10₂ が装置されている。さらに導管 5 において、触媒反応器 C R と流量計 8 との間に第 3 分岐管 9₃ の一端が接続され、その他端は第 1 分岐管 9₁ において第 2 分岐管 9₂ の接続部とフィルタ 13 との間に接続される。第 3 分岐管 9₃ には第 3 開閉弁 10₃ が装置されている。

【0016】

ディーゼル発電機 2 は本田技研工業社製、E X T 1 2 D であって、その諸元は次の通りである。エンジン形式：水冷 3 気筒 4 サイクルディーゼルエンジン；総排気量：1061cc；使用燃料：ディーゼル軽油；定格出力：12kVA。フィルタ 13 はゲルマンラボラトリー社製、P T F E コーティングフィルタであって、網目の大きさは 0.3 μ m メッシュである。

【0017】

図 2 において、プラズマ発生装置 P G は、複数、実施例では板状をなす金属製第 1 ～第 6 電極 14₁ ～14₆ を備え、それら第 1 ～第 6 電極 14₁ ～14₆ は排気ガス流通方向 A と平行に、且つ相隣る両電極 14₁, 14₂；14₂, 14₃；14₃, 14₄；14₄, 14₅；14₅, 14₆ が相対向するようにハウジング 15（図 1 参照）内に設置される。一端側に存する第 1 電極 14₁ の第 2 電極 14₂ との対向面は被覆無しの金属面であるが、第 2 電極 14₂ の第 1 電極 14₁ との対向面はその全体を誘電体 16 により覆われている。この第 1, 第 2 電極 14₁, 14₂ における対向面の構成関係は、第 2, 第 3 電極 14₂, 14₃；第 3, 第 4 電極 14₃, 14₄；第 4, 第 5 電極 14₄, 14₅；および第 5, 第 6 電極 14₅, 14₆ について同じである。そして、第 1, 第 3, 第 5 電極 14₁, 14₃, 14₅ がリード線 17 を介して電源 18 に接続され、一方、第 2, 第 4, 第 6 電極 14₂, 14₄, 14₆ がリード線 19 を介して接地される。

【0018】

このように構成すると、電圧印加時に各誘電体 16 の表面全体が一様に荷電さ

れるため、各誘電体 16 およびそれと対向する他方の電極 14₁ ~ 14₅ 間の空間全体がプラズマ空間 P_p となる、つまり第 1, 第 2 電極 14₁, 14₂ 間, 第 2, 第 3 電極 14₂, 14₃ 間, 第 3, 第 4 電極 14₃, 14₄ 間, 第 4, 第 5 電極 14₄, 14₅ 間および第 5, 第 6 電極 14₅, 14₆ 間にそれぞれ相対向する両電極により規定されたプラズマ空間 P_p が形成される。

【0019】

第 1 ~ 第 6 電極 14₁ ~ 14₆ はステンレス鋼（例えば、JIS SUS316）より構成され、その寸法は縦 20mm, 横 50mm, 厚さ 1.0mm であって、その横辺が排気ガス流通方向 A に沿っている。各誘電体 16 は厚さ 0.5mm のアルミナ（Al₂O₃）層よりなり、そのアルミナ層は、機械的押付けにより第 2 ~ 第 6 電極 14₂ ~ 14₆ に接合されている。この接合には接着剤による接着、溶射等も適用される。また各プラズマ空間 P_p のギャップ g, つまり相隣る、電極 14₁ ~ 14₅ と誘電体 16 との間の距離は 0.5mm である。

【0020】

触媒反応器 CR はハニカム支持体に触媒としての Pt を担持させ、それをハウジング 20 内に設置したものである。Pt のハニカム支持体への担持に当っては次のような方法を用いた。即ち、(i) Pt を 5wt% 含有するジニトロジアミン白金硝酸溶液 [Pt(NH₃)₂(NO₂)₂·HNO₃] 80g と、市販の γ-Al₂O₃ 96g と、イオン交換水 1000g との混合と同時に過剰水分の除去、(ii) 200℃, 2 時間に亘る混合物の乾燥、(iii) 600℃, 2 時間に亘る混合物の焼成による Pt 担持 Al₂O₃ 粉末の生成、(iv) Pt 担持 Al₂O₃ 粉末 90g と、SiO₂ バインダ (20wt% SiO₂) 50g と、イオン交換水 150g との混合、(v) 混合物に対するアルミナボールを用いた 12 時間に亘る湿式粉碎によるスラリの調製、(vi) 体積約 30L (直径 25.4mm, 長さ 60mm), 400セル/in², 6ミルのコージエライト製ハニカム支持体のスラリへの浸漬、取出し後エア噴射による過剰スラリの除去および 150℃, 1 時間の乾燥、この一連の作業の繰返しによる、ウォッシュコート量 100g/L, Pt 担持量 4g/L の触媒を担持したハニカム支持体の調製、(vii) 500℃, 2 時間に亘るハニカム支持体の焼成、(viii) 触媒担持ハニカム

支持体のハウジング 20 内への設置。

【0021】

この種の触媒反応器 CR は、触媒コンバータとほぼ同様の構造を有するので、排気抵抗を大きく上昇させるようなことはない。

【0022】

前記設備 1 を用いて、粒子状物質低減テストを次のような手順で行った。

【0023】

(1) ディーゼル発電機 2 を運転し、そのディーゼル発電機 2 から排出された排気ガスを排気管 3 および導管 5 を通じて流通させた。

【0024】

(2) 導管 5、したがってプラズマ発生装置 PG および触媒反応器 CR を流通するテスト用排気ガスの流量を、流量計 8 により測定しつつ第 1、第 2 流量調節弁 4₁、4₂ により調節して 7.0 L/min とした。

【0025】

(3) ヒータ 6 を作動させて約 70℃の排気ガスを 150℃に昇温させると共に第 1 開閉弁 10₁ を「開」にし、一方、第 2、第 3 開閉弁 10₂、10₃ をそれぞれ「閉」にし、次いで、吸引量 5.0 L/min にて吸引ポンプ 12 を駆動することにより導管 5 を流通するテスト用排気ガスを第 1 分岐管 9₁ に分流して、20 分間に亘りフィルタ 13 を通じ流通させ、そのテスト用排気ガス中の粒子状物質をフィルタ 13 によって捕集した。そして、粒子状物質捕集前、後のフィルタ重量から捕集された粒子状物質の重量を求め、これをプラズマ処理前の粒子状物質重量とした。

【0026】

(4) プラズマ発生装置 PG を作動させると共に第 2 開閉弁 10₂ を「開」にし、一方、第 1、第 3 開閉弁 10₁、10₃ をそれぞれ「閉」にし、次いで、吸引量 5.0 L/min にて吸引ポンプ 12 を駆動することにより、プラズマ発生装置 PG から排出されて導管 5 を流通するテスト用排気ガスを第 2 分岐管 9₂ に分流して、20 分間に亘り新たなフィルタ 13 を通じ流通させ、そのテスト用排気ガス中の粒子状物質をフィルタ 13 によって捕集した。そして、粒子状物質捕集

前、後のフィルタ重量から捕集された粒子状物質の重量を求め、これをプラズマ処理後の粒子状物質質量とした。

【0027】

(5) プラズマ発生装置 P G を作動させた状態において、第 3 開閉弁 10₃ を「開」にし、一方、第 1、第 2 開閉弁 10₁、10₂ をそれぞれ「閉」にし、次いで、吸引量 5.0 L/min にて吸引ポンプ 12 を駆動することにより、プラズマ発生装置 P G および触媒反応器 C R を経て導管 5 を流通するテスト用排気ガスを第 3 分岐管 9₃ に分流して、20 分間に亘りフィルタ 13 を通じ流通させ、そのテスト用排気ガス中の粒子状物質を新たなフィルタ 13 によって捕集した。そして、粒子状物質捕集前、後のフィルタ重量から捕集された粒子状物質の重量を求め、これを触媒反応後の粒子状物質質量とした。

【0028】

以上のごとく、触媒として P t を用いた例を実施例 1 とする。

【0029】

実施例 2 として A g を触媒とする触媒反応器 C R を用い、またプラズマ発生装置 P G に流入する排気ガス温度を 250℃ に設定して前記同様の粒子状物質低減テストを行った。なお、触媒担持ハニカム支持体において、A g の A l₂ O₃ への担持に当り、A g 含有溶液として 4.72 g の硝酸銀 (A g N O₃) と、97 g の市販の γ - A l₂ O₃ と、1000 g のイオン交換水との混合物を用い、またハニカム支持体に対する A g 担持量を 3 g/L に設定した、ということ以外は実施例 1 の場合と同じである。

【0030】

実施例 1、2 において、プラズマ発生装置 P G 前、後の排気ガスを採取して、F T - I R (フーリエ変換赤外分光装置) によりガスの種類を分析したところ、プラズマの発生によって複数の二酸化窒素および複数のオゾンの生成が認められた。

【0031】

表 1 は、実施例 1、2 に関するプラズマ発生条件を示す。

【0032】

【表 1】

	プラズマ空間		電気入力条件				電界の強さ E (kV/mm)	電力密度 D _w (W/cm ³)
	ギャップ (mm)	体積 (cm ³)	交流電流	周波数 (Hz)	電圧 (kV _{P-P})	電力 (W)		
実施例 1	0.5	2.5	正弦波交流	200	7.6	3.1	7.6	1.2
実施例 2	0.5	2.5	正弦波交流	500	6.6	8.5	6.6	3.4

【0033】

表1において、電界の強さ E は、第1, 第2電極141, 142間等の相対向する両電極間に印加される電圧 $[(kV_{p-p})/2]$ をギャップ g (mm)で除した値であり、また電力密度 Dw は、相対向する両電極により規定されたプラズマ空間 P_p における電力(実施例1: $0.62W \times 5 = 3.1W$; 実施例2: $1.7W \times 5 = 8.5W$)をプラズマ空間 P_p の体積 $[(2cm \times 5cm \times 0.05cm) \times 5 = 2.5cm^3]$ で除した値である。

【0034】

表2は、実施例1, 2に関する粒子状物質のプラズマ処理前, 後および触媒反応後の量ならびにプラズマ処理および触媒反応による粒子状物質の減少量および減少率を示す。

【0035】

【表2】

	粒 子 状 物 質						
	プラズマ 処理前の 量 (mg)	プラズマ処理後			触媒反応後		
		量 (mg)	減少量 (mg)	減少率 (%)	量 (mg)	減少量 (mg)	減少率 (%)
実施例1	2.5	0.4	2.1	84.0	0.1	2.4	96.0
実施例2	2.3	0.3	2.0	87.0	0.1	2.2	95.7

【0036】

図3, 4は、表2に基づいて実施例1, 2に関するプラズマ処理前, 後および触媒反応後の粒子状物質量をグラフ化したものである。表1, 2および図3から明らかなように、実施例1, 2によれば、電界の強さ E を $E \geq 3.0 kV/mm$ に、また電力密度 Dw を $Dw \geq 1 W/cm^3$ にそれぞれ設定することによって、二酸化窒素およびオゾンの生成を効率良く行わせ、これにより粒子状物質の減少率を約84%以上に高めることができる。また触媒反応を行わせることによって粒子状物質の減少率をさらに高めて、ほぼ96%とすることができる。

【0037】

【発明の効果】

本発明によれば、前記のような手段を採用することによって、リーンバーンエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質を酸化により連続的に浄化して大幅に低減することが可能な方法を提供することができる。またこの方法は、排気抵抗を大きく上昇させてエンジン出力に影響を与える、といった不具合を生じることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

粒子状物質低減テスト用設備の説明図である。

【図2】

プラズマ発生装置の説明図である。

【図3】

実施例1に関する、プラズマ処理前、後および触媒反応後における粒子状物質量を示すグラフである。

【図4】

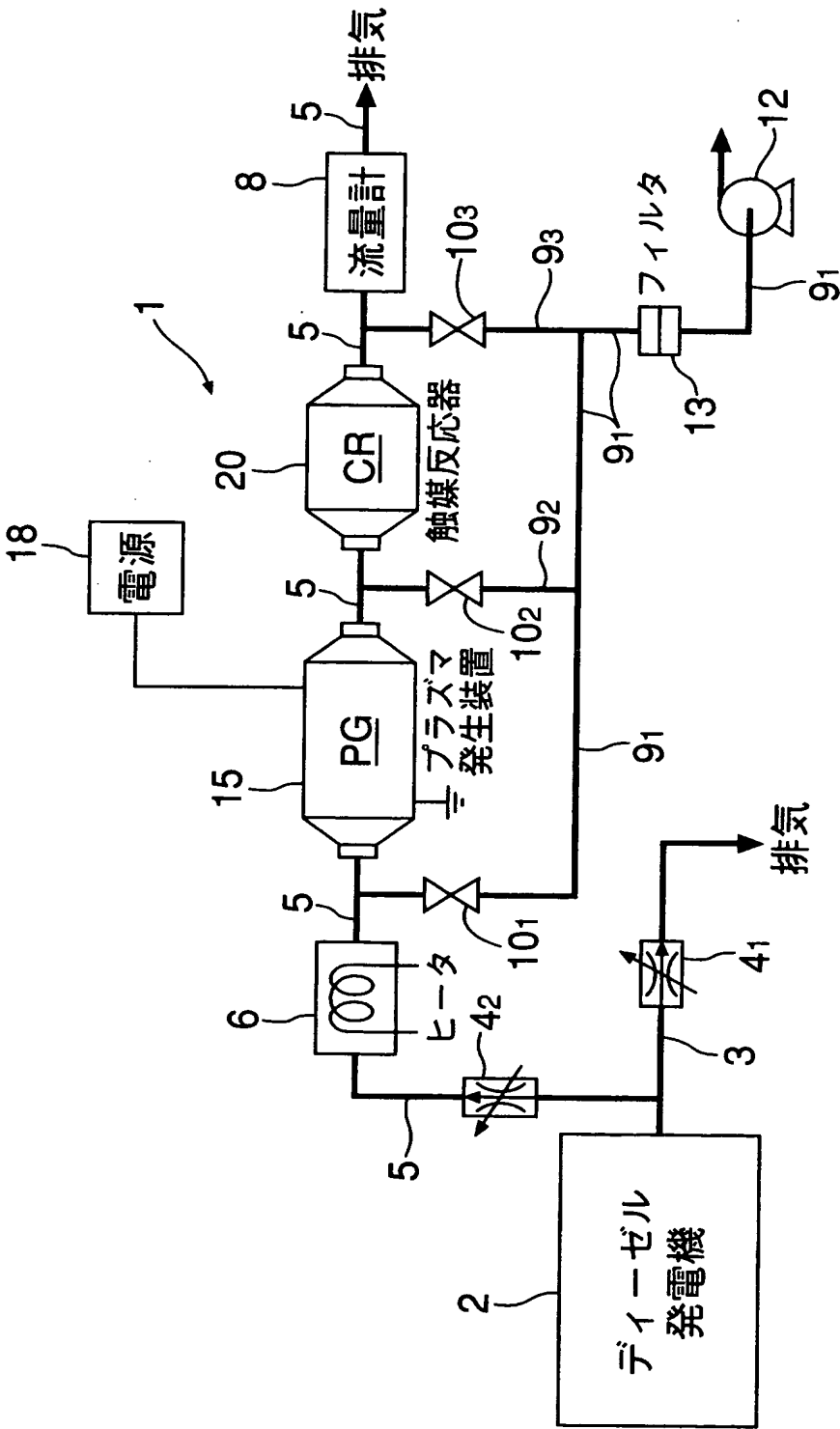
実施例2に関する、プラズマ処理前、後および触媒反応後における粒子状物質量を示すグラフである。

【符号の説明】

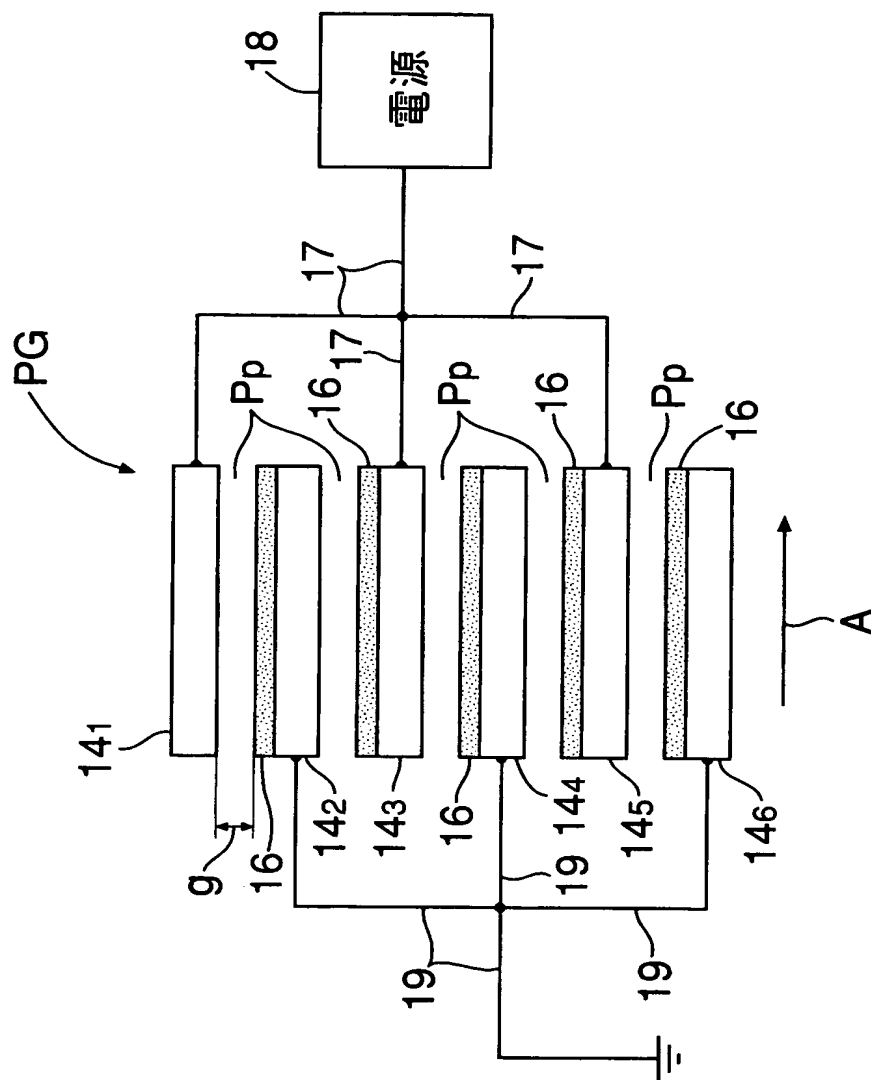
- 1……………粒子状物質低減テスト用設備
- 2……………ディーゼル発電機
- 14₁ ～ 14₆ ……第1～第6電極
- 16……………誘電体
- CR……………触媒反応器
- PG……………プラズマ発生装置

【書類名】 図面

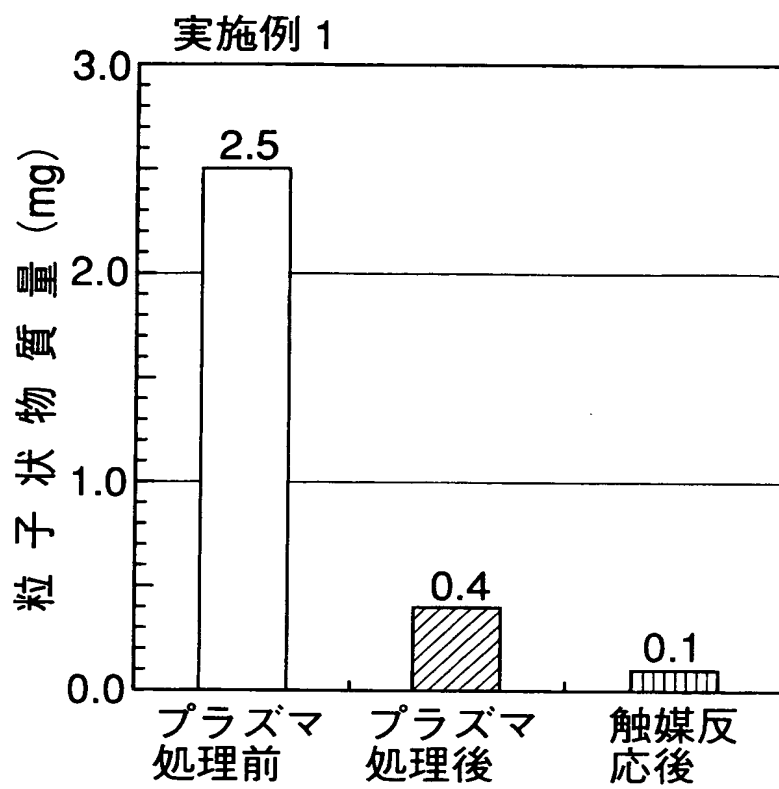
【図 1】



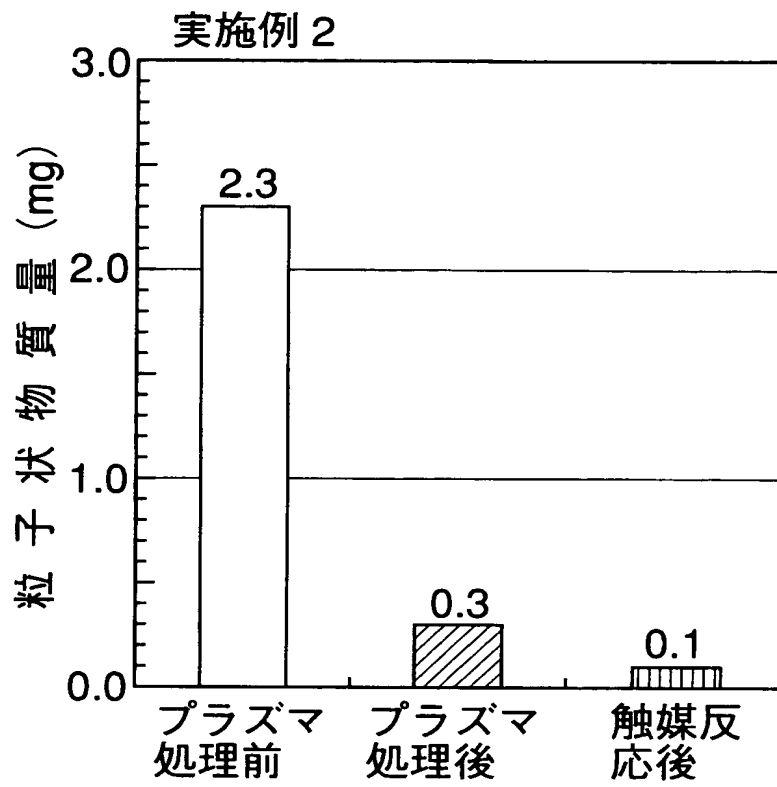
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ディーゼルエンジン等の排気ガスに含まれる粒子状物質を大幅に低減することが可能な方法を提供する。

【解決手段】 この方法は、ディーゼルエンジン等から排出された、粒子状物質を含む排気ガス中にてプラズマを発生させることにより複数の二酸化窒素および複数のオゾンを生成させ、それら二酸化窒素およびオゾンにより粒子状物質を酸化させる、といった手段を採用する。また触媒反応を併用することもある。

【選択図】 図3

特願 2 0 0 2 - 3 3 7 8 3 4

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社